

Extrúziós flakonfúvás elektromos hajtású gépekkel

Az extrúziós fúvásban egyre nagyobb szerephez jutnak az elektromos hajtású gépek, amelyekkel nagyobb pontossággal lehet a flakonokat gyártani, tisztatérben is használhatóak, aszeptikus töltést tesznek lehetővé és ráadásul kevesebb energiával működtethetők, mint a hidraulikus gépek.

Tárgyszavak: műanyag-feldolgozás; extrúziós fúvás; elektromos hajtás; előformagyártás.

Ahogy a piac határozza meg a flakonok stílusát, méretét és a végfelhasználói igényeket, úgy kell az extrúziós fúvógépek (extrusion blow molding – EBM) gyártóinak átalakítani a rendszereiket, figyelembe véve a gyártási eljárás követelményeit és a költség/teljesítmény arány javítását.

A *vetélőmozgásos, forgó és csigadugattyús berendezésekkel* kapcsolatos fő irányok jelenleg a következők:

- a teljesen elektromos gépek felé való elmozdulás Észak-Amerikában,
- a gépméretetek csökkentése,
- a hálózati vezérlések intenzívebb használata a pontosság, a kihozatal és a minőség javítása érdekében,
- növekvő bizalom a megfelelő tervezés, mérnöki munka és gépesítés iránt a finoman beállítható rendszerteljesítmény, a gyors termékváltás és, számos esetben, a flakontervezés javítása érdekében.

Az eredmény egy széles feldolgozási ablakkal rendelkező gép, amely igazodik a különböző flakonokhoz, alapanyagokhoz és formákhoz, ugyanakkor több lehetőséget nyújt a feldolgozóknak a gyártási költségek csökkentésére.

Néhány példa, amely hatással van a géptervezésre:

- az egyre kisebb méretű egyadagos flakonok – akár az 50 ml térfogatig,
- koextrudátumok, amelyekkel növelhető az eltarthatósági idő, a vegyszerállóság, valamint lehetővé teszi belső réteggént reciklátumok alkalmazását is,
- nagyméretű flakonok speciális igényekhez, pl. 19 literes (5 US gallon) vizespalackok PET-ből, integrált füllel.

Megállapítható, hogy egyre nagyobb kereslet mutatkozik a világon az EBM gépek iránt a testápoló termékek, háztartási és ipari vegyszerek, kertészeti termékek csomagolásán át a gyógyászati, gyógyszer- és élelmiszeripari alkalmazásokig, az italok kiszerezéséig és az autóipari felhasználásokig. Azok a feldolgozók, akik új gépet vásárolnak, olyan technológiákhoz jutnak, amelyekkel ezekben az alkalmazásokban javíthatják versenyképességüket.

Az elektronika optimalizálja a teljesítményt

A technológiák terén az *elektromos gépek vezető szerepet játszanak*. A teljesen elektromos berendezések Európában és Ázsiában már hosszabb idő óta megtalálhatók, míg Észak-Amerikában csak mostanában kezdték el a gyártásukat. Fő előnyeik a hagyományos hidraulikus EBM rendszerekkel szemben, a nagyobb pontosság, a tisztatekerekben való használhatóság, az aseptikus töltési lehetőség – mivel nincs hidraulika, ezért nincs szükség hidraulikafolyadékokra, és így nem kell számolni szivárgással – valamint kisebbek az energiaköltségek.

„Az elektromos hajtású motorok igen hatékonyak” – állítja az amerikai **Wilmington Machinery** igazgatója. A kisméretű flakonok gyártására alkalmas új SB gépek 20-30%-kal kevesebb energiát fogyasztanak, mint az azonos méretű hidraulikus modellek. Ez általánosan jellemző a teljesen elektronikus gépekre. *Alkalmazástól függetlenül akár 50% energia is megtakarítható.*

Az amerikai feldolgozók hasznot húznak abból is, ha árengedményekkel jutnak olyan energiahatékony rendszerekhez, amelyekkel a régi gépeiket lecserélhetik. A **Blow Mold Solutions**, az olasz **Magic** berendezések disztribútora, elmondta, hogy van olyan feldolgozó, aki 20 ezer dolláros kedvezménnyel tudott teljesen elektromos gépet vásárolni. Míg a hidraulikus és hibrid berendezések majdnem olyan gyorsak, mint az elektromosak, addig a ciklusaik ingadozóak, és ez kihat a reprodukálhatóságra. Az elektromos gépek rövidebb ciklusideje nem az egyetlen előnyük, az igazi és jelentős megtakarítás, a kisebb energiafelhasználás, a kevesebb leállás és a nagyobb kizozatal is ugyanúgy fontos tényező.

A növekvő keresletre tekintettel vannak olyan gépgyártók, amelyek csak elektromos berendezéseket gyártanak, míg mások, a hidraulikus és hibrid-elektromos rendszerek mellett, folyamatosan térnek át ilyen berendezések készítésére. A Magic hibrid és teljesen elektromos fúvógépeket is kínál.

A hidraulikus rendszerek természetesen továbbra is jelen lesznek az EBM gépeknél. Mindazonáltal, *a teljesen elektromos gépek eladásai egyre nőnek*. Számos gyártó hisz abban, hogy a kereslet exponenciálisan fog emelkedni, ahogy a feldolgozók jobban megértik ezek előnyeit a hidraulikusokkal szemben.

Csökkenő gépköltségek

A költségek számos feldolgozó számára jelentenek problémát, de ez idővel változhat. Ennek egyik oka, hogy az elektromos gépek ára valószínűleg csökkenni fog a kereslet növekedésével. A német **Bekum** a K 2010 kiállításon mutatta be első elektromos EBM berendezését, az *E-Blow-t*. Ennek ára hasonló a cég hidraulikus modelljeinek áraival. Habár elektromos fúvógépek mintegy 10 éve vannak a piacon, a Bekum számos innovációval – együttműködve a **Bosch Rexroth** céggel – még megbízhatóbbá tette ezeket a gépeknek a működését. A cég szakembereinek véleménye szerint az elektromos fúvógépek elsősorban a gyógyászati és orvostechikai termékek gyártásához előnyösek.

Egy kétoszlopos Magic gép 5 literes palackok gyártására, 90 mm-es extruderrel, 300-pontos folyamatvezérlővel, 12 tonnás záróegységgel és inline utómegmunkálóval 279 ezer euróba kerül, ami kb. 405 ezer dollár. Az eladási ár azonban nem tükrözi az élettartamot. A berendezéshez két év garancia jár az alkatrészekre, és ezalatt ingyenes a szervíz; az elektromos alkatrészek általában hosszú élettartamúak; de nincs szükség proporcionális szelepekre, szűrőkre, egyéb hidraulika-alkatrészekre vagy olajra sem a cseréknél. A Magic pótalkatrész-üzletága az elektromos gépek növekvő eladásával egyre jobban visszaesik. A Bekum *E-Blow* fúvógépének elektromos motorja – a tesztek alapján – 8000 óra működés után sem igényel karbantartást.

A teljesen elektromos berendezések további számos előnyös tulajdonsággal rendelkeznek, ezek egyike a kisebb helyigény. Mivel az EBM berendezéseknek nagyobb a sebessége, a pontossága, a kihazatala, és jobb minőségben tudnak gyártani, ezért a feldolgozók növekvő számban tudják lecserélni kisebb gépeiket egy nagy kapacitású rendszerre. Hidraulikaszelepek hiányában nincs szükség vezérlőszekrényre a fúvógép mellett, amivel szintén hely takarítható meg; ezt a gépen belül helyezik el, sokszor az extruder alatt.

A gyártók gyakran beépítik a gépbe az utómegmunkáló eszközöket is, mint pl. a levágókat, sorjázókat és a nyakrész megmunkálót. Ha ez nem lehetséges, akkor csökkentik ezeknek a berendezéseknek a méretét, rövidítik a műveleti hosszt vagy inline építik be az utómegmunkálást.

A **Wilmington** egyik 800 flakon/min kapacitású elektromos berendezésének helyigénye 15 x 6 m. Az új technológia bevezetése előtt ennél kétszer nagyobb helyre volt szükség. Az elektromos gépek működtetése kevesebb munkaerőt igényel, így átcsoportosításokkal a munkabéreköltségek is csökkenthetők. Ugyanakkor jobban vezérelhetők és pontosabbak, ezért nincs szükség teljes munkaidőben foglalkoztatott kezelőre.

Hálózati vezérlés

Potenciális lehetőség kínálkozik a műveletek intenzívebb hálózatba szervezésére és számítógépes vezérlésére a folyamat során. Nő többek között a vizuális rendszerek használata a gyártott alkatrészek hibáinak ellenőrzésére, előtérbe kerül a feldolgozás különböző állomásainak számítógépes vezérlése, amely folyamatosan szabályozza a műveleteket az extrudertől az előforma profiljáig, a gyártási ciklusokig, a szerszámból való kivételig és az utómunkálatokig.

A Bekum sok időt fordított olyan technológiák optimalizálására, mint a plasztikálás, az extrudálás és automatizálás, hogy megfeleljen a flakongyártás szigorodó műszaki specifikációinak. Módosították például a koextruderfej kialakítását, hogy a gázzáró anyagok reprodukálhatóan és megbízhatóan, a legkisebb vastagságban kerüljenek a rétegek közé.

A finoman szabályozható géppel nemcsak optimalizálható a meglévő termékek gyártása, hanem a specifikációk megújításával a méreteket is lehet csökkenteni. Erre példa az **Uniloy Milacron** mexikói gyártóbázisa, amely két *Uniloy R2000* csigadu-

gattyús gépet állított üzembe 850 ml-es, négyszögletes PE-HD öblítőszeres flakonok fűvására. A 90 tonnás záróerejű, 16-fészkés berendezés a legnagyobb csigadugattyús egység, amelyet az Uniloy épített. 10–25%-kal kevesebb energia szükséges a működtetéséhez a vetélő- és forgómozgásos rendszerekhez képest. Az Uniloy a flakon terveinek módosításával 39 grammról 35 grammra csökkentette a flakon tömegét, és 12 másodpercről 8 másodpercre (33%-kal) a ciklusidőt. További „trükkkel” sikerült még farnagni a tömegből (10%-kal 31 grammra) és a ciklusidőből (7,2 másodpercre) is.

Az Uniloy nemcsak gépeket gyárt, hanem flakonokat és szerszámokat is tervez vevői számára. Mérnökei tapasztalatát felhasználja az alkatrészek, pl. extrudercsigák fejlesztésére is a folyamat hatékonyságának javítására, amivel további költségmegtakarítás érhető el. A megfelelő csigatervezéssel többféle anyag dolgozható fel kevesebb energiafelhasználással, egy vetélőmozgásos fűvógéphez képest az áramfogyasztás 20%-kal is kisebb lehet. Az energiamegtakarítás ellenére, az Uniloy csigadugattyús extruderek képesek több áramot is felvenni, mint amennyit az alkalmazás megkíván. Ezt tompítani kell, mert nincs szükség arra, hogy az extruder mindig 100%-on működjön. Ez a tompítás nagyobb a kis flakonfűvó gépeknél. A feldolgozó így dupla kihozattal tud elérni energiatakarékosan, érvelnek az Uniloy-nál.

Egy másik technika, amit az Uniloy és más gépgyártók is alkalmaznak a kihozattal növelésére az, amikor két flakont a nyakuknál összeillesztve fűjnek (neck-to-neck technológia), és csak később választják szét. A cég két ilyen berendezést helyezett üzembe Oroszországban, ezekkel 100 ml-es ivójoghurtos flakonokat 20000 db/h kapacitással lehet gyártani.

Új gépek hozzáadott értékkel

Az Uniloy Milacron termék sorába helyezte *UR-65, -80, -90 és -100* típusú csigadugattyús berendezéseit, ahol a szám az extrudercsiga átmérőjének felel meg milliméterben. A gépek hossza 6,2 métertől (*UR-80*) 6,7 méterig (*UR-100*) terjed, szélességük 2,3–3,1 m, magasságuk pedig 3,1 m. Az új csigatervezés 10–20%-kal nagyobb kihozattal biztosít a hasonló méretű gépekhez képest, energiamegtakarításuk akár 25% is lehet. Mikroprocesszoros vezérlőt és online hibakeresőt építettek be, a szerszámterületet új tervezték, hogy könnyen hozzáférhető legyen.

A Wilmington Machinery SB típusú teljesen elektromos rotációs EBM fűvógépeivel 80–500 ml-es flakonok gyárthatók egyadagos tejtermékekhez, gyümölcslevekhez, élelmiszerekhez és ásványvizekhez. A modellek 18–60-fészkés szerszámokkal szerelhetők fel, koextrúzióra is átalakíthatók, extrúziós kapacitásuk 540 kg/h, gyártási mennyiségük 500 egyrétegű vagy koextrudált flakon/min. *Az elektromos működtetésnek köszönhető energiamegtakarítás 20–30%*, a gyártósorba inline utómegmunkáló rendszerek integrálhatók. Kicsi az alapterületük és könnyen összeépíthetők.

A legújabb Magic fűvógépek a gyártó teljesen elektromos *ME-UE (Ultra-Economical)* sorozatába illeszthetők. Specifikációjuk hasonló az *ME* hibrid gépekhez. A flakonok 100 ml-től 3 literes méretig gyárthatók, könnyű az üzemeltetésük és a karbantartásuk, valamint 40–50%-kal kevesebb energiát használnak fel. Az *ME-UE* gépek

ára összemérhető a Magic hibrid-elektromos berendezéseivel, ami 30%-kal kevesebb a hasonló teljesen elektromos *ME* modellekéhez képest.

A Bekum *E-Blow* elektromos fúvóberendezéseire oszlop nélküli C-záróelemeket szereltek fel, amelyekkel 0,1 mm-nél kisebb szerszámlemez-párhuzamosságot lehet elérni löketenként, a szerszámbe fogó méret 350–700 mm, a zárónyomás 10–24 t. A típusok egy- vagy két-állomáshelyesek lehetnek, automatavezérlésűek, és ahogy más teljesen elektromos gépeknél, az energiafogyasztás csökkenésének mértéke kétszámjegyű a hasonló méretű hidraulikus rendszerekkel összehasonlítva.

Az előformagyártás indítása

Az ömledéktároló (akkumulátor) fej az ipari fúvógépek legfontosabb része. Hasonlóan lényeges az előforma/tömlő profil kialakítása a megfelelő falvastagsághoz, hogy a fűjt termék teljesítse a kívánt jellemzőket.

Egy új termékénél az első előformagyártási művelet programozása, előkészítése nagyon hosszú és nehéz eljárás is lehet. Minden attól függ, hogy milyen típusú flakont kell gyártani: kerek vagy szögletes formájút, kis magasságút, milyen legyen a fúvási arány a szerszámában. Ezután kapcsolatba kell hozni azokat a tényezőket, amelyek az előforma hossza mentén, a különböző szegmensekben meghatározzák az eredeti falvastagságot. A fúvás, a fej teljesítménye és az optimális beállítások rendszerint a géptől függően különböznek. Minden berendezés saját „személyiséggel” rendelkezik, és meg kell ismerni ezeket az eltéréseket. A kulcskérdés, hogyan kell beállítani az előforma hosszát és a profil paramétereit a megfelelő végtermék érdekében.

Először is meg kell becsülni a tömlő szükséges hosszát. Ehhez le kell mérni a szerszám hosszát, valamint az extrudertüske külső felülete és a fúvószerszám teteje közötti távolságot. Meg kell határozni az előforma járulékos hosszát a szerszám alsó része alatt, pl. a fúvótüske állításához, attól függően, hogy mit kell az extrudált tömlővel elvégezni.

Ezután meg kell állapítani az előforma aktuális hosszát. Ez főleg akkor fontos, ha új szerszámról vagy terméktervről van szó. Korábban gyártott hasonló termékeknél tapasztaltak segítséget nyújthatnak a megfelelő méret meghatározásához. Jobb a hosszabb előforma, mint a túl rövid. Egy valódi darab elkészítése lehetőséget nyújt arra, hogy a következő gyártás előtt fontos változtatásokat hajtsanak végre.

A következő lépésben ellenőrizni kell a termék végső tömegét és meg kell mérni a falvastagságot a kritikus helyeken. Át kell tekinteni újból azokat az eredményeket, amelyek a fő változtatásokhoz szükségesek. Meg kell győződni arról, hogy a tömlő megereszkedése egyenletes és konzisztens.

Át kell gondolni, hogy mekkora távolságot kell hagyni a fejszerszám alsó és a fúvószerszám felső része között. A kerek termékeknél megengedhető, hogy ez a távolság rövidebb legyen. Ez csökkenti a felső és az alsó sorja mennyiségét. Szögletes flakonoknál és szerszámoknál ennek a távolságnak nagyobbnak kell lenni az előforma ívelt sarkai miatt. Ugyanakkor szükség van még egy előbefogó egységre is, hogy a tömlő átmérőjét „fejfűjja”, ugyanúgy, mint a fűjt fóliáknál.

Az előformának elegendően hosszúnak kell lenni ahhoz, hogy a szerszám alsó részén lévő lecsípők lezárják a flakon alját. Ehhez szükség van még terelőtüskékre (vagy fűvótüskére a nyakrésznél). Ha előbefogó van, akkor ezt lassan kell lezárni, hogy a felfújtt előforma megfelelően töltse ki a szerszámterületet.

Ha kétféjes, kétszerszamos géppel gyártanak azonos vagy különböző termékeket, akkor először csak az egyik fejre kell meghatározni a szükséges feldolgozási paramétereket. Ez gyorsabbá teszi a jó termék gyártását. Ha sorozatban már megfelelően jó flakont gyártanak, akkor a beállítások átvihetők a második fejre is azonos termék esetén. Kisebbsé változtatásokra azért valószínűleg szükség lesz a második fejnél is a megfelelő működés érdekében.

Ahhoz, hogy a tömlő tömege megbecsülhető legyen, meg kell határozni, hogy a flakon felső, alsó és oldalsó részén mennyi sorja keletkezik. Ha három vagy négy ciklus után a tömlő tömege és magassága azonos, el lehet indítani a gyártási művelet programozását. Időigényes feladat különböző helyeken mérni a falvastagságot. Nagy segítség, ha az előformát manuálisan lehet előállítani a megfelelő sebességgel és profillal, lépésenként meghatározva az automata művelet beállítási paramétereit.

Számos előforma-programozó egység megengedi túske (vastag előforma számozott pontokkal) használatát egy adott területen, amivel gyorsan megállapítható a változtatáshoz a pontos elhelyezés (profil számozott pont). A legtöbb rendszerrel lehetséges az aktuális profilút korrekt felrajzolása, hogy a beállítási értékekkel összehasonlítható legyen. Ez segít a pontos vastagságeloszlás eléréséhez szükséges sebesség megállapításában és annak meghatározásában is, hogy a vastagságban hol élesek a változások, és a mechanikai részek hol nem reagálnak kellő gyorsan.

Szükség van számos „mesterbeállítási” pont használatára is, de ezen a téren nem szabad túlzásokba esni. Vannak olyan rendszerek, amelyek megengedik a mesterpontok simítását az eredeti mesterpontok pozíciójának tartásával, vagy azok ún. „utaztatásával”.

Az előforma kitolásának sebessége hatással van a tömlő duzzadására és a keletkező sorja mennyiségére. Ezekkel a próbálkozásokkal viszont nagyon nehéz szabályozni a tömlő mentén a megfelelő pozíciókat.

Sokszor egy szerszám csak néhány napig marad a berendezésben. Ez nem elég idő ahhoz, hogy beállítsák a megfelelő előformaprofil. Rengeteg selejt keletkezik rövid idő alatt a próbák során, amíg a méretek elfogadhatók lesznek. Ezeket el kell szálítani, hogy ne halmozódjanak fel a feldolgozónál, ami plusz költséget jelent és profitcsökkenéssel is jár, főleg a nagyobb tömegű termékek esetén.

Előfordulhat, hogy a megfelelő termék gyártása céljából meg kell változtatni a fejszerszám méretét. Ha ez megtörténik, akkor a fenti műveleteket újból el kell végezni.

Összeállította: Dr. Lehoczki László

Toensmeier, P. A.: More for less = Plastics Engineering, 67. k. 6. sz. 2011. p. 20–26.

Erfolg für elektrische Blasmuschinen? = K-Zeitung, 41. k. 11. sz. 2011. p. 11.

Slawska, R.: Making a part for the first time? Here's how to get going = Plastics Technology, www.ptonline.com, 2011. március